

PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS II

PROCESAMIENTO DE SÓLIDOS

CONTENIDOS

1. Importancia de la ingeniería de partículas en industrias de alimentos

- 1.1. Ejemplos de procesos que involucran operaciones unitarias con sólidos
- 1.2. Partículas individuales y sistemas particulados
- 1.3. Procesamiento de sólidos y otras industrias
- 1.4. Procesos y equipos relacionados con el manejo de sólidos

2. Propiedades de una partícula

- 2.1. Diámetros equivalentes
 - 2.1.1. Diámetro de una esfera de volumen equivalente
 - 2.1.2. Diámetro de una esfera de superficie equivalente
 - 2.1.3. Diámetro de una esfera de superficie por unidad de volumen equivalente
 - 2.1.4. Diámetro de una esfera de área proyectada equivalente
 - 2.1.5. Diámetro de una esfera de perímetro equivalente
 - 2.1.6. Diámetro de una esfera de velocidad terminal equivalente. Diámetro de Stokes
 - 2.1.7. Diámetro de Feret
 - 2.1.8. Diámetro de tamiz
- 2.2. Forma de partículas.
 - 2.2.1. Esfericidad
 - 2.2.2. Circularidad

3. Sistema de partículas

- 3.1. Métodos de medición de tamaño de partículas
 - 3.1.1. Tamizado
 - 3.1.2. Mallas
 - 3.1.3. Tamices estándares
 - 3.1.4. Microscopía
 - 3.1.5. Elutriación
 - 3.1.6. Sedimentación
 - 3.1.7. Difracción Láser
- 3.2. Representación e interpretación de datos
 - 3.2.1. Histogramas
 - 3.2.2. Histograma de la distribución de frecuencia o función densidad.
 - 3.2.3. Histograma de la distribución de frecuencia normalizada
 - 3.2.4. Distribución de frecuencia continua
 - 3.2.5. Distribuciones continuas
 - 3.2.6. Comparación de distribuciones
- 3.3. Diámetros promedios
 - 3.3.1. Moda
 - 3.3.2. Mediana
 - 3.3.3. Diámetro medio aritmético en número (media)
 - 3.3.4. Otras definiciones de tamaños medios
 - 3.3.5. Tamaño medio geométrico
 - 3.3.6. Tamaño medio armónico
 - 3.3.7. Observaciones respecto al uso de diámetros promedios

- 3.4. Modelos matemáticos para representar distribuciones
 - 3.4.1. Distribución normal aritmética
 - 3.4.2. Distribución log-normal
- 3.5. Conversiones de distribuciones

4. Interacción entre partículas y fluidos

- 4.1. Fluidodinámica de partículas individuales
 - 4.1.1. Ley de Stokes
 - 4.1.2. Predicción del coeficiente de arrastre fuera del régimen de Stokes.
 - 4.1.3. Cálculo de la velocidad terminal
 - 4.1.4. Velocidad terminal de una partícula que está influenciada por otras
- 4.2. Fluidodinámica de sistemas particulados. Lechos Fijos
 - 4.2.1. Ley de Darcy
 - 4.2.2. Velocidad Superficial vs. Intersticial
 - 4.2.3. Ecuación de Ergun
- 4.3. propiedades de partículas individuales y sistemas particulados

5. Fluidización

- 5.1. El fenómeno de fluidización
- 5.2. Lechos fluidizados vs. líquidos.
- 5.3. Caída de presión en el lecho fluidizado y velocidad de fluidización mínima
 - 5.3.1. Lechos rellenos con partículas de igual tamaño
 - 5.3.2. Lechos rellenos con partículas de distintos tamaños
 - 5.3.3. Cálculo aproximado de la velocidad mínima de fluidización (sin conocer el valor experimental de porosidad)
- 5.4. Transición de fluidización suave a lechos burbujeantes
- 5.5. Clasificación Geldart de partículas
- 5.6. Velocidad Terminal
- 5.7. Caída de presión total en un lecho fluidizado.
 - 5.7.1. Diseño del distribuidor. Pérdida de carga.
 - 5.7.1.1. Tipos de grillas
 - 5.7.1.2. Penetración de los jets
 - 5.7.1.3. Caída de presión en la grilla
 - 5.7.1.4. Diseño de la grilla
- 5.8. Régimen Burbujeante
 - 5.8.1. Características de las burbujas
 - 5.8.2. Movimiento de los sólidos
 - 5.8.3. El modelo de las dos fases modificado
- 5.9. Slugging

6. Transporte neumático

- 6.1. Transporte en fase diluida y en fase densa
- 6.2. Transporte vertical de sólidos
- 6.3. Transporte horizontal de sólidos
- 6.4. Pérdida de carga en el transporte neumático
 - 6.4.1. Velocidades del gas y de las partículas
 - 6.4.2. Caudales máxicos
 - 6.4.3. Caída de presión
- 6.5. Diseño de transporte en fase diluida
 - 6.5.1. Velocidad del gas
 - 6.5.2. Caída de presión

- 6.5.3. Codos
- 6.5.4. Compresibilidad
- 6.5.5. Elementos del sistema de transporte
- 6.6. Transporte en fase densa
 - 6.6.1. Patrones de flujo
- 6.7. Equipos para el transporte de gas
 - 6.7.1. Ventiladores radiales (centrífugos)
 - 6.7.2. Ventiladores axiales
 - 6.7.3. Soplane tipo Roots

7. Balance de Población

- 7.1. Analogía con reactores químicos
- 7.2. Deducción del balance de población. Análisis de los mecanismos básicos de aumento y reducción de tamaño.
- 7.3. Equipos de aumento/reducción de tamaño de mezclado perfecto
- 7.4. Equipos de aumento/reducción de tamaño tipo flujo pistón
- 7.5. Deducción del balance de población generalizado

8. Aumento de tamaño. Uso del balance de población

- 8.1. Granulación
- 8.2. Compactación
- 8.3. Modelado de los procesos que cambian el tamaño de las partículas
 - 8.3.1. Definición de momentos
 - 8.3.2. Balances de población macroscópicos
 - 8.3.3. Procesos de recubrimiento
 - 8.3.3.1. Velocidad de crecimiento
 - 8.3.3.2. Balance macroscópico
 - 8.3.3.3. Balances de población discretizados
 - 8.3.4. Procesos de aglomeración
 - 8.3.4.1. Cinética de aglomeración
 - 8.3.4.2. Balance macroscópico
 - 8.3.4.3. Balances de población discretizados

9. Reducción de tamaño. Uso del balance de población

- 9.1. Molienda. Ruptura y atrición
- 9.2. Modelado de los procesos de ruptura
 - 9.2.1. Cinética de Ruptura
 - 9.2.2. Función de distribución de ruptura. Propiedades.
 - 9.2.2.1. Conservación del volumen
 - 9.2.2.2. Número promedio de fragmentos generados
 - 9.2.3. Balances de población macroscópicos
 - 9.2.4. Balances de población discretizados

10. Mezclado y segregación

- 10.1. Mezclado de sólidos
 - 10.1.1. Mecanismos de mezclado
 - 10.1.2. Mezcladores
 - 10.1.3. Mezclas binarias
 - 10.1.4. Índices de mezclado
- 10.2. Segregación
 - 10.2.1. Causas de segregación
 - 10.2.2. Mecanismos de segregación
 - 10.2.3. Reducción de segregación

11. Separación de sólidos

- 11.1. Separación sólido – gas. Ciclones
 - 11.1.1. Balance de masa en ciclones
 - 11.1.2. Eficiencia de separación
 - 11.1.3. Características del flujo
 - 11.1.4. Eficiencia real
 - 11.1.5. Escalado de ciclones
 - 11.1.6. Rango de operación
 - 11.1.7. Relación entre el número de Euler y el de Stokes.
 - 11.1.8. Detalles operativos prácticos
- 11.2. Separaciones sólido-sólido. Zarandas.
 - 11.2.1. Clasificación de separaciones en zarandas
 - 11.2.2. Factores claves que afectan la performance de las zarandas
 - 11.2.2.1. Características del material
 - 11.2.2.2. Tipo y movimiento de las zarandas
 - 11.2.2.3. Ensuciamiento / Obstrucción
 - 11.2.3. Superficie y Apertura
 - 11.2.3.1. Área libre en mallas de alambres
 - 11.2.4. Capacidad y Eficiencia
 - 11.2.5. Cálculo de eficiencias
 - 11.2.6. Coeficiente de partición
 - 11.2.7. Modelado simple de zarandas

12. Transporte mecánico de sólidos

- 12.1. Cintas transportadoras
 - 12.1.1. Componentes
 - 12.1.2. Diseño
- 12.2. Transportadores de cadena
 - 12.2.1. Rascadores
 - 12.2.2. Transportes de baldes o cangilones
- 12.3. Transportes de tornillos

13. Almacenamiento. Silos

- 13.1. Algunas propiedades de flujo de sólidos
 - 13.1.1. Propiedades de falla
 - 13.1.2. Círculo de Mohr
 - 13.1.3. Angulo de fricción interna
 - 13.1.4. Tensión del material en condiciones no confinadas y tensión principal máxima
 - 13.1.5. Función de flujo de polvo (PFF)
- 13.2. Principios fundamentales involucrados en el diseño de silos
 - 13.2.1. Canalización
 - 13.2.2. Formación de arcos en la descarga
 - 13.2.3. Segregación
- 13.3. Tipos de flujos en silos
- 13.4. Perfiles de presión en silos
- 13.5. Descarga de silos
- 13.6. Apertura de descarga y ángulo
- 13.7. Factor de flujo y diseño de la descarga